

Die Erfindung betrifft einen Zylinderkopf für eine flüssigkeitgekühlte Mehrzylinder-Brennkraftmaschine, mit einer an ein Feuerdeck grenzenden Kühlraumanordnung, welche durch ein im Wesentlichen parallel zum Feuerdeck ausgebildetes Zwischendeck in einen feuerdeckseitigen unteren Teilkühlraum und einen an diesen in Richtung der Zylinderachse anschließenden oberen Teilkühlraum unterteilt ist, wobei unterer und oberer Teilkühlraum durch zumindest eine erste Überströmöffnung miteinander strömungsverbunden sind, wobei zumindest eine Überströmöffnung im Bereich einer Aufnahmeöffnung für eine, vorzugsweise zentrale, Kraftstoffeinspritzeinrichtung angeordnet ist, und wobei in den unteren Teilkühlraum zumindest eine, vorzugsweise im Feuerdeck angeordnete Zuflussöffnung pro Zylinder für das Kühlmittel einmündet und vom oberen Teilkühlraum zumindest eine Abflussöffnung für das Kühlmittel ausgeht, wobei jedem Zylinder ein unterer Teilkühlraum zugeordnet ist und die unteren Teilkühlräume zumindest zweier benachbarter Zylinder durch eine Trennwand im Wesentlichen voneinander getrennt sind und im unteren Teilkühlraum das Kühlmittel im Wesentlichen quer zum Zylinderkopf strömt, und wobei sich der obere Teilkühlraum über zumindest zwei Zylinder erstreckt.

Insbesondere bei leistungsstarken Diesel-Brennkraftmaschinen mit hohem Wärmeeintrag reicht ein durchgehender Kühlraum für ein den Zylinderkopf in Längsrichtung durchströmendes Kühlmedium nicht aus, um eine ausreichende Kühlung des Feuerdecks zu gewährleisten. Mangelhafter Wärmeaustrag aus dem Zylinderkopf kann aber zu Verzugerscheinungen, Undichtheiten sowie zu Rissen führen.

Aus der CH 614 995 A ist ein Einzelzylinder-Zylinderkopf für eine Diesel-Brennkraftmaschine bekannt, welcher einen feuerdeckseitigen unteren Teilkühlraum und einen oberen Teilkühlraum aufweist, wobei zwischen dem unteren und oberen Teilkühlraum eine Trennwand angeordnet ist. Die Kühlflüssigkeit wird einerseits über einen Speisestutzen ringförmigen Kühlkanälen um die Ventilsitze und andererseits dem unteren Teilkühlraum zugeführt. Von den Kühlkanälen um die Ventilsitze strömt die Kühlflüssigkeit in einen zentralen Ringraum, der eine Buchse für eine Kraftstoffzuführeinrichtung umgibt. Von dort strömt das Kühlmedium in den oberen Teilkühlraum. Auf diese Weise sollen Feuerdeck und Ventilsitze unabhängig voneinander gekühlt werden. Auch die DE 24 60 972 A1 offenbart einen Einzelzylinder-Zylinderkopf mit zwei übereinander angeordneten Kühlflüssigkeitsräumen, welche durch Öffnungen miteinander verbunden sind. Für

einen Zylinderkopf für mehrere Zylinder einer Brennkraftmaschine sind diese Konstruktionen allerdings nicht geeignet.

Aus der US 4,304,199 A ist ein Zylinderkopf für mehrere Zylinder einer Diesel-Brennkraftmaschine bekannt, welcher einen durch eine Trennwand in einen unteren und einen oberen Teilkühlraum getrennten Kühlraum aufweist. Unterer und oberer Teilkühlraum sind über eine sichelförmige Öffnung, welche die Mündung einer Einspritzdüse in Umfangsrichtung teilweise umgibt, miteinander strömungsverbunden. Das Kühlmittel strömt über Zuflussöffnungen im Feuerdeck vom Zylinderblock in den unteren Teilkühlraum und von dort über die sichelförmigen Öffnungen weiter in den oberen Teilkühlraum. Der untere Teilkühlraum ist dabei für mehrere benachbarte Zylinder durchgehend ausgeführt, so dass zumindest teilweise auch eine Längsströmung entsteht. Insbesondere bei hohem Wärmeeintrag aus dem Brennraum kann aber auch hier ein ausreichender Wärmeaustrag nicht gewährleistet werden.

Aus der EP 1 126 152 A2 ist ein Zylinderkopf mit einem unteren und einem oberen Teilkühlraum bekannt, wobei der Strömungsübertritt zwischen unterem und oberem Teilkühlraum durch einen ringförmigen Spalt zwischen einer Einspritzdüsenmanschette und einem Zwischendeck gebildet wird, wobei der gesamte Kühlmittelstrom durch diesen Spalt strömt. Diese Anordnung hat den Nachteil, dass eine gezielte Kühlung von thermisch kritischen Bereichen, beispielsweise den Ventilstegen zwischen zwei Auslassventilen, nicht möglich ist und sogenannte "Hot Spots" nur ungenügend gekühlt werden.

Die JP 06-074041 A offenbart einen Zylinderkopf mit einem unteren und einem oberen Teilkühlraum und einer mittig angeordneten Einspritzdüsenmanschette. Direkt anschließend an die Einspritzdüsenmanschette weist das Zwischendeck eine Überströmöffnung im Bereich der Stege zwischen zwei Auslasskanälen auf. Das in den unteren Teilkühlraum vom Zylinder strömende Kühlmittel strömt radial in Richtung der Zylinderachse und über die einzige Überströmöffnung in den oberen Teilkühlraum, ähnlich wie bei der EP 1 126 152 A2. Es wird zwar der Bereich zwischen den beiden Auslasskanälen gut gekühlt, andere thermisch hoch beanspruchte Bereiche hingegen, wie der Stegbereich zwischen Einlasskanälen und Einspritzeinrichtung, werden nur unzureichend gekühlt.

Die US 3 818 878 A offenbart einen Zylinderkopf mit vier Auslassöffnungen und zwei übereinander angeordneten Kühlräumen, wobei zwischen den Kühlräumen ein Zwischendeck angeordnet ist. Das Kühlmittel strömt über Rohreinsätze aus dem Zylinderblock in die untere Kühlkammer und wird zuerst in zentraler Richtung zwischen die Auslasskanäle und um das Aufnahmerohr für die Einspritzein-

richtung geführt und gelangt danach über Strömungsübertritte im Bereich von inneren Seitenwänden in den oberen Kühlraum.

Weiters sind aus den Veröffentlichungen JP 2000-310157 A und JP 2001-200753 A Zylinderköpfe mit übereinander angeordneten Kühlräumen bekannt, wobei die Kühlräume im wesentlichen in Längsrichtung durchströmt werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, auf möglichst einfache Weise bei einem Zylinderkopf der eingangs genannten Art, die Kühlung zu verbessern.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass die Überströmöffnung räumlich getrennt von der Aufnahmeöffnung ausgebildet ist und zwischen Aufnahmeöffnung und Überströmöffnung ein definierter Mindestabstand ausgebildet ist und dass zumindest eine erste Überströmöffnung im Bereich zumindest eines Steges zwischen Einlasskanal und Aufnahmeöffnung und/oder zwischen Auslasskanal und Aufnahmeöffnung angeordnet ist. Die gegossenen oder die gebohrten Überströmöffnungen werden räumlich getrennt und unabhängig von der Aufnahmeöffnung des Einsatzrohres angeordnet. Dadurch können kritische Bereiche gezielt mit einem Teilkühlstrom beaufschlagt werden, so dass auch "Hot Spots" optimal mit Kühlmittel versorgt werden können. Eine sehr wirkungsvolle Kühlung lässt sich erzielen, wenn zumindest zwei Überströmöffnungen diametral bezüglich der Aufnahmeöffnung angeordnet sind.

Eine ausgeprägte Querströmung im unteren Teilkühlraum lässt sich erzielen, wenn zusätzlich eine zweite Überströmöffnung im Bereich einer Seitenwand des Zylinderkopfes angeordnet ist. Eine gleichmäßige Kühlung des Feuerdeckes und eine optimale Kühlung der Bereiche der Stege zwischen den Ein- und Auslasskanälen lässt sich dadurch erreichen, dass durch die zumindest eine erste Überströmöffnung im Bereich der Aufnahmeöffnung nur eine Teilmenge des Kühlmittels zwischen unterem und oberem Teilkühlraum, vorzugsweise etwa 20 bis 40% der gesamten unteren und oberen Teilkühlraum passierenden, Kühlmittelmenge übertritt.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen

- Fig. 1 den erfindungsgemäßen Zylinderkopf in einem Schnitt gemäß der Linie I-I in Fig. 2,
- Fig. 2 den Zylinderkopf in einem Schnitt gemäß der Linie II-II in Fig. 1 und
- Fig. 3 den Zylinderkopf in einem Schnitt gemäß der Linie III-III in Fig. 2.

Der einstückig für mehrere Zylinder A, B, C ausgebildete Zylinderkopf 1 weist eine an ein brennraumseitiges Feuerdeck 2 grenzende Kühlraumanordnung 3 auf, welche durch ein Zwischendeck 4 in einen feuerdeckseitigen unteren Teilkühlraum 5 und einen in Richtung der Zylinderachse 6 anschließenden oberen Teilkühlraum 7 unterteilt ist. Das Zwischendeck 4 weist pro Zylinder A, B, C zumindest eine erste Überströmöffnung 9 in der Nähe eines Einsatzrohres 10 auf, welches Einsatzrohr 10 der Aufnahme einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung 11 dient. Jede erste Überströmöffnung 9 ist räumlich getrennt von einer Aufnahmeöffnung 20 für das Einsatzrohr 10, wobei ein Mindestabstand  $a$  zwischen der ersten Überströmöffnung 9 und der Aufnahmeöffnung 20 ausgebildet ist. Durch diese räumliche Trennung kann das Kühlmittel gezielt den thermisch kritischen Bereichen zugeführt werden. Das Einsatzrohr 10 durchdringt die Aufnahmebohrung 20 des Zwischendeckes 4.

Bei der dargestellten Ausführungsvariante sind zusätzlich zweite Übertrittsöffnungen 22 im Bereich einer Seitenwand 1b des Zylinderkopfes 1 angeordnet. Um auch bei kippender Brennkraftmaschine ein Entlüften und Abströmen von Dampfblasen aus dem unteren Teilkühlraum 5 zu ermöglichen, ist pro Zylinder A, B, C zumindest eine Entlüftungsbohrung 8 zwischen der Motorlängsebene 23 und einer Seitenwand 1c des Zylinderkopfes 1, vorteilhafter Weise im Bereich einer die Zylinderachse 6 beinhaltenden Motorquerebene 18, angeordnet.

Eine optimale Kühlung der thermisch hoch beanspruchten Bereiche der Stege 30, 31 zwischen Einlasskanal 16 und der Kraftstoffeinspritzeinrichtung 11 einerseits und dem Auslasskanal 17 und der Kraftstoffeinspritzeinrichtung 11 andererseits wird erreicht, in dem die ersten Überströmöffnungen 9 genau in diesem thermisch sensiblen Bereich, räumlich getrennt von der Aufnahmebohrung 20, angeordnet sind. Mit 16a, 16b sind die Einlassöffnungen, mit 17a, 17b die Auslassöffnungen bezeichnet.

Das Kühlmedium strömt durch Zuflussöffnungen 13 im Bereich der Seitenwand 1c des Zylinderkopfes 1 im Wesentlichen in Querrichtung entsprechend der Pfeile S in den unteren Teilkühlraum 5 (Fig. 3). Dabei werden die Bereiche um die Ventilsitze 14 der Hubventile und um die Kraftstoffeinspritzeinrichtung 11 umströmt und optimal gekühlt. Vom unteren Teilkühlraum 5 gelangt das Kühlmittel über die ersten Überströmöffnungen 9 und die zweiten Überströmöffnungen 22 in den oberen Teilkühlraum 7 und durchströmt den für alle Zylinder A, B, C einheitlich durchgehend ausgebildeten oberen Teilkühlraum 7 in der Längsrichtung des Zylinderkopfes 1. Durch zumindest eine Abflussöffnung 32 verlässt das Kühlmittel wieder den Zylinderkopf 1. Die Abflussöffnung 32 kann beispielsweise an einer Stirnseite 33 des Zylinderkopfes 1 angeordnet sein. Alternativ dazu kann für

den oberen Teilkühlraum 7 auch eine Sammelleiste für das austretende Kühlmittel vorgesehen sein.

Wie aus der Fig. 3 ersichtlich ist, sind die unteren Teilkühlräume zweier benachbarter Zylinder A, B jeweils durch eine Trennwand 12 voneinander getrennt. Die Trennwände 12 sind jeweils im Bereich einer Motorquerebene 1a im Zylinderkopf 1 angeordnet.

Die ersten Überströmöffnungen 9 sind so dimensioniert, dass lediglich eine Kühlmittelmenge zwischen 20 bis 40%, beispielsweise 30%, des gesamten Kühlmittelstromes durch diese ersten Überströmöffnungen 9 strömt. Der Großteil des Kühlmittels gelangt somit über die zweiten Überströmöffnungen 22 in den oberen Teilkühlraum 7. Dadurch wird im unteren Teilkühlraum 5 eine Querströmung erzeugt und eine optimale Kühlung des Feuerdeckes 2 gewährleistet.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Zylinderkopf (1) für eine flüssigkeitgekühlte Mehrzylinder-Brennkraftmaschine, mit einer an ein Feuerdeck grenzenden Kühlraumanordnung (3), welche durch ein im Wesentlichen parallel zum Feuerdeck (2) ausgebildetes Zwischendeck (4) in einen feuerdeckseitigen unteren Teilkühlraum (5) und einen an diesen in Richtung der Zylinderachse (6) anschließenden oberen Teilkühlraum (7) unterteilt ist, wobei unterer und oberer Teilkühlraum (5, 7) durch zumindest eine erste Überströmöffnung (9) miteinander strömungsverbunden sind, wobei zumindest eine erste Überströmöffnung (9) im Bereich einer Aufnahmeöffnung (20) für eine, vorzugsweise zentrale, Kraftstoffeinspritzeinrichtung (11) angeordnet ist, und wobei in den unteren Teilkühlraum (5) zumindest eine, vorzugsweise im Feuerdeck (2) angeordnete Zuflussöffnung (13) pro Zylinder (A, B, C) für das Kühlmittel einmündet und vom oberen Teilkühlraum (7) zumindest eine Abflussöffnung (32) für das Kühlmittel ausgeht, wobei jedem Zylinder (A, B, C) ein unterer Teilkühlraum (5) zugeordnet ist und die unteren Teilkühlräume (5) zumindest zweier benachbarter Zylinder (A, B, C) durch eine Trennwand (12) im Wesentlichen voneinander getrennt sind und im unteren Teilkühlraum (5) das Kühlmittel im Wesentlichen quer zum Zylinderkopf (1) strömt, und wobei sich der obere Teilkühlraum (7) über zumindest zwei Zylinder (A, B, C) erstreckt, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Überströmöffnung (9) räumlich getrennt von der Aufnahmeöffnung (20) ausgebildet ist und zwischen Aufnahmeöffnung (20) und erster Überströmöffnung (9) ein definierter Mindestabstand (a) ausbildet ist und dass zumindest eine erste Überströmöffnung (9) im Bereich zumindest eines Steges (30, 31) zwischen Einlasskanal (16) und Aufnahmeöffnung (20) und/oder zwischen Auslasskanal (17) und Aufnahmeöffnung (20) angeordnet ist.
2. Zylinderkopf (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei erste Überströmöffnungen (9) diametral bezüglich der Aufnahmeöffnung (20) angeordnet sind.
3. Zylinderkopf (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zusätzlich eine zweite Überströmöffnung (22) im Bereich einer Seitenwand (1c) des Zylinderkopfes (1) angeordnet ist.
4. Zylinderkopf (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch die zumindest eine erste Überströmöffnung (9) im Bereich der Aufnahmeöffnung (20) nur eine Teilmenge des Kühlmittels zwischen unterem und oberem Teilkühlraum (5, 7), vorzugsweise etwa 20 bis

40% der gesamten, unteren und oberen Teilkühlraum (5, 7) passierenden, Kühlmittelmenge übertritt.

5. Zylinderkopf (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste und/oder zweite Überströmöffnung (9, 22) gebohrt oder gegossen ist.

2003 06 26

Fu/Vo



## **ZUSAMMENFASSUNG**

Die Erfindung betrifft einen Zylinderkopf (1) für eine flüssigkeitgekühlte Mehrzylinder-Brennkraftmaschine, mit einer an ein Feuerdeck grenzenden Kühlraumanordnung (3), welche durch ein im Wesentlichen parallel zum Feuerdeck (2) ausgebildetes Zwischendeck (4) in einen feuerdeckseitigen unteren Teilkühlraum (5) und einen an diesen in Richtung der Zylinderachse (6) anschließenden oberen Teilkühlraum (7) unterteilt ist, wobei unterer und oberer Teilkühlraum (5, 7) durch zumindest eine erste Überströmöffnung (9) miteinander strömungsverbunden sind, wobei zumindest eine erste Überströmöffnung (9) im Bereich einer Aufnahmeöffnung (20) für eine, vorzugsweise zentrale, Kraftstoffeinspritzeinrichtung (11) angeordnet ist, und wobei in den unteren Teilkühlraum (5) zumindest eine, vorzugsweise im Feuerdeck (2) angeordnete Zuflussöffnung (13) pro Zylinder (A, B, C) für das Kühlmittel einmündet und vom oberen Teilkühlraum (7) zumindest eine Abflussöffnung (32) für das Kühlmittel ausgeht, wobei jedem Zylinder (A, B, C) ein unterer Teilkühlraum (5) zugeordnet ist und die unteren Teilkühlräume (5) zumindest zweier benachbarter Zylinder (A, B, C) durch eine Trennwand (12) im Wesentlichen voneinander getrennt sind und im unteren Teilkühlraum (5) das Kühlmittel im Wesentlichen quer zum Zylinderkopf (1) strömt, und wobei sich der obere Teilkühlraum (7) über zumindest zwei Zylinder (A, B, C) erstreckt.

Um die Kühlung zu verbessern, ist vorgesehen, dass die erste Überströmöffnung (9) räumlich getrennt von der Aufnahmeöffnung (20) ausgebildet ist und zwischen Aufnahmeöffnung (20) und Überströmöffnung (9) ein definierter Mindestabstand (a) ausgebildet ist.

Fig. 1